

TUGAS AKHIR - KI141502

IMPLEMENTASI VOIP BERBASIS SIP DAN VIDEO CODEC PADA ANDROID MENGGUNAKAN LAYANAN AWAN

TOMSON PANAGUA KRISASANDI PANGARIBUAN
NRP 5113100048

Dosen Pembimbing
Ir. MUCHAMMAD HUSNI, M.Kom.
RIDHO RAHMAN H., S.Kom., M.Sc.

JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
Fakultas Teknologi Informasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

[Halaman ini sengaja dikosongkan]



TUGAS AKHIR - KI141502

IMPLEMENTASI VOIP BERBASIS SIP DAN VIDEO CODEC PADA ANDROID MENGGUNAKAN LAYANAN AWAN

**TOMSON PANAGUA KRISASANDI PANGARIBUAN
NRP 5113100048**

**Dosen Pembimbing
Ir. MUCHAMMAD HUSNI, M.Kom.
RIDHO RAHMAN H., S.Kom., M.Sc.**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
Fakultas Teknologi Informasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**

[Halaman ini sengaja dikosongkan]



UNDERGRADUATE THESES - KI141502

VOIP IMPLEMENTATION BASED ON SIP AND VIDEO CODEC ON ANDROID USING CLOUD SERVICES

**TOMSON PANAGUA KRISASANDI PANGARIBUAN
NRP 5113100048**

**Dosen Pembimbing
Ir. MUCHAMMAD HUSNI, M.Kom.
RIDHO RAHMAN H., S.Kom., M.Sc.**

**DEPARTMENT OF INFORMATICS
Faculty of Information Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI VOIP BERBASIS SIP DAN VIDEO CODEC PADA ANDROID MENGGUNAKAN LAYANAN AWAN

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Bidang Studi Arsitektur dan Jaringan Komputer
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Teknologi Informasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh :

TOMSON PANAGUA KRISASANDI PANGARIBUAN

NRP : 5113 100 048

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

**1. Ir. Muchammad Husni, M.Kom.
(NIP 196002211984031001)**

**2. Ridho Rahman H., S.Kom., M.Sc.
(NIP 198702132014041001)**

(Pembimbing I)

(Pembimbing II)

**SURABAYA
JULI, 2018**

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

IMPLEMENTASI VOIP BERBASIS SIP DAN VIDEO CODEC PADA ANDROID MENGGUNAKAN LAYANAN AWAN

Nama Mahasiswa : Tomson Panagua Krisasandi
Pangaribuan
NRP : 5113100048
Jurusan : Teknik Informatika FTIf-ITS
Dosen Pembimbing I : Ir. Muchammad Husni, M.Kom.
Dosen Pembimbing II : Ridho Rahman H., S.Kom., M.Sc.

Abstrak

Komunikasi dengan telepon seluler khususnya Android dapat dilakukan dengan berbagai cara. Secara tradisional dapat dilakukan dengan menelepon melalui jaringan telepon yang disediakan oleh operator seluler dan dapat juga mengirim SMS. Akan tetapi komunikasi masih dibatasi oleh seberapa banyak jangkauan jaringan yang dimiliki operator tertentu. Padahal Android sudah dilengkapi dengan akses internet melalui kartu SIM dengan jaringan 2G, 3G, 4G, dan Wifi. Akses data melalui internet tidak dibatasi oleh jenis dan perbedaan operator yang dipakai dan juga dapat di akses melalui penyedia lain seperti Wifi. Maka dari itu dibutuhkan sistem telepon internet yang dapat diakses melalui Android. Selain mendukung pengiriman suara, pengiriman gambar bergerak juga didukung melalui internet.

Tujuan dibangunnya sistem telepon internet ini adalah sebagai tugas akhir untuk menyediakan layanan panggilan suara melalui internet (VOIP) yang mendukung panggilan video dalam bentuk aplikasi Android berbasis SIP menggunakan layanan awan. Penyedia sambungan VOIP menggunakan layanan awan supaya setiap aplikasi yang mempunyai akses internet dapat tersambung ke server dan server dapat menghubungkan komunikasi data antar aplikasi Android.

Kata Kunci : VoIP, Video Codec, SIP, Android, Layanan Awan

VOIP IMPLEMENTATION BASED ON SIP AND VIDEO CODEC ON ANDROID USING CLOUD SERVICES

Student Name : Tomson Panagua Krisasandi Pangaribuan
NRP : 5113100048
Major : Teknik Informatika FTIf-ITS
Advisor I : Ir. MUCHAMMAD HUSNI, M.Kom.
Advisor II : RIDHO RAHMAN H., S.Kom., M.Sc.

Abstract

Communication with mobile phones especially Android can be done in various ways. Traditionally it can be done by calling through the telephone network provided by mobile service providers and can also send SMS. However, communication is still limited by the number of networks owned by certain provider. The Android mobile phone is equipped with internet access via SIM card with 2G, 3G, 4G, and Wifi networks. Data access over the internet is not limited by the type and difference of carrier in use and can also be accessed through other providers such as Wifi. Therefore required internet phone system that can be accessed via Android. In addition to supporting voice delivery, moving image delivery is also supported via the internet.

The purpose of building this internet phone system is as the undergraduate theses to provide internet voice calling (VOIP) services that support video calls in the form of SIP-based Android app using cloud services. These VOIP service providers use cloud services so that any application that has internet access can connect to the server and the server can connect data communication between Android applications.

Keywords : VoIP, Video Codec, SIP, Android, Cloud Services

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Implementasi VOIP Berbasis SIP dan Video Codec pada Android Menggunakan Layanan Awan”**.

Buku tugas akhir ini disusun dengan harapan dapat memberikan dalam bidang komunikasi. Selain itu, penulis berharap dapat memberikan kontribusi positif bagi kampus Teknik Informatika ITS.

Selama pengerjaan tugas akhir ini, penulis mendapatkan pengalaman dan pengetahuan berharga. Penulis juga dapat memperdalam dan meningkatkan pengetahuan yang didapatkan selama kuliah di Teknik Informatika ITS. Dalam pengerjaan tugas akhir ini, penulis mendapat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang tua yang telah memberikan dukungan doa, motivasi dan dukungan materiil selama penulis memulai hingga menyelesaikan tugas akhir ini tepat waktu.
2. Bapak Ir. Muchammad Husni, M.Kom. dan Bapak Ridho Rahman H., S.Kom., M.Sc. selaku pembimbing yang selalu memberikan motivasi dan bimbingan selama pengerjaan tugas akhir.
3. Bapak Dr.Eng Darlis Herumurti, S.Kom.,M.Kom. selaku Kepala Jurusan Teknik Informatika ITS beserta segenap dosen Teknik Informatika yang telah banyak memberikan ilmu kepada penulis.
4. Teman serantau, Ramosan, Lophita, Renova, Habema, Dorlinca, Suhunan, dan Richard, yang memberikan dukungan, canda tawa selama berkuliah di ITS.

5. Pihak pihak lain yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan buku ini.

Penulis menerima kritik dan saran yang dapat membangun dan melengkapi buku ini. Penulis juga berharap ke depannya buku ini dapat dijadikan acuan untuk mengembangkan aplikasi dan sistem menjadi lebih baik dan bermanfaat.

Surabaya, Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	vii
Abstrak.....	ix
Abstract.....	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR TABEL.....	xxi
1 BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
1.6 Metodologi Pembuatan Tugas Akhir.....	3
1.7 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir	5
2 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 VOIP dan <i>Video Codec</i>	9
2.1.1 Pemilihan Codec Audio dan Video	10
2.2 SIP	16
2.3 Android.....	17
2.4 Layanan Awan.....	17
2.5 Asterisk.....	18

2.6	FreePBX	19
2.7	PUTTY SSH.....	19
2.8	Ubuntu Server 14.....	20
3	BAB III DESAIN DAN PERANCANGAN	21
3.1	Deskripsi Umum Sistem.....	21
3.2	Kasus Penggunaan.....	22
3.3	Arsitektur Sistem	24
3.3.1	Desain Umum Sistem	24
3.3.2	Perancangan Cloud Server.....	26
3.3.3	Perancangan Sistem Telepon	26
3.3.4	Perancangan GUI PBX, dan Konfigurasi	27
4	BAB IV IMPLEMENTASI.....	29
4.1	Lingkungan Implementasi	29
4.1.1	Perangkat Keras.....	29
4.1.2	Perangkat Lunak	29
4.2	Implementasi <i>Cloud Server</i>	30
4.3	Implementasi Sistem Telepon PBX.....	32
4.4	Implementasi GUI PBX, dan Konfigurasi.....	37
4.5	Konfigurasi Akun dan Aplikasi Android.....	42
4.5.1	Halaman Audio.....	42
4.5.2	Halaman Video	43
4.5.3	Konfigurasi Akun	43
4.5.4	Konfigurasi Aplikasi.....	46
5	BAB V PENGUJIAN DAN EVALUASI	49

5.1	Lingkungan Pengujian.....	49
5.2	Skenario Uji Coba	50
5.2.1	Pemanggilan Audio melalui <i>Softphone</i>	50
5.2.2	Pemanggilan Video melalui <i>softphone</i>	53
5.3	Hasil Uji Coba dan Evaluasi.....	53
5.3.1	Hasil Uji Coba <i>Usecase</i>	53
5.3.2	Uji coba performa.....	55
5.3.3	Uji Opini.....	56
6	BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	59
6.1	Kesimpulan.....	59
6.2	Saran.....	59
	DAFTAR PUSTAKA.....	61
	LAMPIRAN.....	63
	BIODATA PENULIS.....	75

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 3.1 DIAGRAM USECASE	22
GAMBAR 3.2 DESAIN UMUM	25
GAMBAR 4.1 LAYANAN AWAN AWS	31
GAMBAR 4.2 PUTTY SSH	31
GAMBAR 4.3 TERMINAL PUTTY	32
GAMBAR 4.4 CODEC AUDIO SOFTPHONE	42
GAMBAR 4.5 CODEC VIDEO SOFTPHONE	43
GAMBAR 4.6 EXTENSION PADA FREEPBX	44
GAMBAR 4.7 PILIHAN CODEC AUDIO ASTERISK	45
GAMBAR 4.8 PILIHAN CODEC VIDEO ASTERISK	46
GAMBAR 4.9 AKUN PADA SOFTPHONE.....	47
GAMBAR 5.1 MEMASUKKAN NOMOR EXTENSION	51
GAMBAR 5.2 PANGGILAN KELUAR.....	51
GAMBAR 5.3 PANGGILAN AUDIO BERJALAN	52
GAMBAR 5.4 PANGGILAN MASUK	52
GAMBAR 5.5 PANGGILAN VIDEO BERJALAN	53

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

DAFTAR TABEL

TABEL 2.1 CODEC AUDIO LOSSY FORMAT.....	10
TABEL 2.2. CODEC AUDIO LOSSLESS FORMAT	13
TABEL 2.3. CODEC AUDIO ITU-T FORMAT	14
TABEL 3.1. USECASE	23
TABEL 5.1. TELEPON GENGAM 1	49
TABEL 5.2. TELEPON GENGAM 2	49
TABEL 5.3. EVALUASI USECASE	54
TABEL 5.4. UJI GSM	55
TABEL 5.5. UJI G.722	55
TABEL 5.6. UJI H.264	56
TABEL 5.7 UJI OPINI.....	57

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan garis besar tugas akhir yang meliputi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, manfaat, metodologi pembuatan, dan sistematika penulisan laporan.

1.1 Latar Belakang

Komunikasi dengan telepon seluler khususnya Android dapat dilakukan dengan berbagai cara. Secara tradisional dapat dilakukan dengan menelepon melalui jaringan telepon yang disediakan oleh operator dan dapat juga mengirim SMS. Kemampuan untuk melakukan panggilan video juga masih sangat terbatas dan juga komunikasi masih dibatasi oleh banyaknya jaringan yang dimiliki operator tertentu. Hanya sedikit telepon seluler yang mempunyai fitur panggilan video dan adanya batasan harus berada pada jaringan yang mendukung 3G.

Dewasa ini, telepon seluler Android sudah dilengkapi dengan akses internet melalui kartu SIM dengan jaringan 2G, 3G, 4G, dan Wifi. Akses data melalui internet tidak dibatasi oleh jenis dan perbedaan operator yang dipakai dan juga dapat di akses melalui penyedia lain seperti Wifi. Maka dari itu dibutuhkan aplikasi yang dapat melakukan panggilan melalui internet yang dapat diakses melalui Android. Selain mendukung pengiriman suara, pengiriman gambar bergerak juga didukung melalui internet.

Dengan adanya aplikasi ini, maka kendala seperti perbedaan operator seluler, perbedaan jaringan seluler, keterbatasan panggilan video dapat diatasi. Agar pengguna aplikasi dapat tersambung satu sama lain maka dibutuhkan penyedia layanan panggilan melalui internet (*server*). *Server* ini akan menggunakan layanan awan supaya dapat tersambung kepada

setiap aplikasi yang mempunyai sambungan internet. Dengan demikian *server* dapat membentuk komunikasi antara aplikasi untuk membuat panggilan suara maupun panggilan video. Pembuatan komunikasi ini menggunakan SIP (*session initiation protocol*).

Hasil yang diharapkan dari pengerjaan tugas akhir ini adalah aplikasi Android mampu memberikan layanan panggilan suara dan panggilan video dari satu pengguna kepada pengguna lain dengan kualitas suara dan kualitas video yang baik serta pengiriman dan penggunaan data yang optimal.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan Masalah yang diangkat dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana membuat *server* VOIP di layanan awan?
2. Bagaimana mengkonfigurasi *server* VOIP berbasis SIP dan *video codec* di layanan awan?
3. Bagaimana pengguna Android dapat melakukan komunikasi dengan suara dan video satu sama lain melalui internet?

1.3 Batasan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam tugas akhir ini memiliki beberapa batasan, yaitu sebagai berikut ini :

1. Aplikasi Android yang akan digunakan adalah *opensource* bernama Linphone
2. Sistem telepon yang digunakan adalah Asterisk.
3. Sistem konfigurasi Asterisk memakai FreePBX.
4. *Server* memakai sistem operasi Ubuntu Server 14.04 LTS.
5. *Remote access* SSH *server* menggunakan PUTTY.
6. Protokol yang digunakan adalah *Session Initiation Protocol* (SIP).

7. Layanan awan yang digunakan adalah Amazon Web Service (AWS).

1.4 Tujuan

Tugas akhir ini mempunyai tujuan sebagai berikut :

1. Membangun sistem VOIP berbasis SIP dan video Codec pada Android menggunakan Amazon Web Service sebagai layanan awan.
2. Melakukan uji coba sistem dan aplikasi dengan melakukan panggilan suara dan video.

1.5 Manfaat

Manfaat pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menyediakan sistem VOIP berbasis SIP dan *video codec* dan aplikasi telepon internet pada Android sehingga dapat melakukan panggilan suara dan video.
2. Bagi pembaca yang tertarik dapat mengimplementasikan pembuatan sistem telepon ini untuk keperluan pribadi dan kelompok, serta dapat sebagai acuan untuk melakukan pengembangan lebih lanjut baik untuk penelitian maupun pemakaian.

1.6 Metodologi Pembuatan Tugas Akhir

Berikut tahap tahap yang dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir ini :

1. Penyusunan proposal tugas akhir

Proposal tugas akhir ini terdiri dari deskripsi pendahuluan yang menjabarkan latar belakang dan rumusan masalah yang mendasari dibangunnya aplikasi ini, batasan masalah dalam pembangunan aplikasi ini, serta tujuan dan manfaat yang diharapkan dapat tercapainya dengan dibangunnya aplikasi ini. Selain itu, pada proposal tugas akhir ini juga terdapat tinjauan

pustaka yang menjelaskan teori-teori yang menjadi dasar pembuatan tugas akhir ini, yaitu : *voice over internet protocol (VOIP)*, *video codec*, SIP, Android, dan Layanan awan.

2. Studi literatur

Studi literatur yang digunakan pada perancangan sistem dan aplikasi VOIP sebagai pengerjaan tugas akhir ini adalah mengenai pembuatan *server* untuk sistem telepon internet, konfigurasi sistem telepon internet, konfigurasi aplikasi pada Android sebagai *client*, implementasi *video codec* pada aplikasi dan *server*, pemakaian protokol SIP sebagai protokol yang dipakai untuk berkomunikasi antara *client* dan *server*. Sehingga, studi literatur ini dapat diterapkan pada perancangan sistem telepon internet dan aplikasi Android berdasarkan pemilihan Codec, konfigurasi, serta implementasi yang tepat dan optimal.

3. Analisis dan konfigurasi perangkat lunak

Tahap ini meliputi perancangan *server* sistem telepon, konfigurasi aplikasi, perancangan protokol, konfigurasi sistem, serta pemilihan Codec yang paling optimal. Codec yang optimal untuk suara dan video adalah pengompresan data yang besar tanpa mengurangi kualitas data saat dekompresi.

4. Implementasi perangkat lunak

Implementasi perangkat lunak akan menggunakan alat bantu sebagai berikut :

1. Sistem operasi Android minimal versi Android 4.0.
2. Layanan awan memakai Amazon Web Service
3. *Server* Ubuntu Server 14.04 LTS
4. Sistem telepon yang digunakan adalah Asterisk.
5. Sistem konfigurasi Asterisk memakai FreePBX.
6. *Remote access* SSH *server* menggunakan PUTTY.

5. Pengujian dan evaluasi

Pengujian dan evaluasi perangkat lunak hasil dari tugas akhir ini akan diuji cobakan dengan 2 aplikasi melakukan panggilan telepon dan suara kepada satu sama lain.

6. Penyusunan buku tugas akhir

Pada tahap ini dilakukan penyusunan laporan yang menjelaskan dasar teori dan metode yang digunakan dalam tugas akhir ini serta hasil dari implementasi aplikasi perangkat lunak yang telah dibuat. Sistematika penulisan buku tugas akhir ini antara lain :

1. Pendahuluan
 - a. Latar Belakang
 - b. Rumusan Masalah
 - c. Batasan Masalah
 - d. Tujuan
 - e. Manfaat
 - f. Metodologi Pembuatan Tugas Akhir
 - g. Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir
2. Tinjauan Pustaka
3. Analisis Dan Perancangan Sistem
4. Pengujian dan Evaluasi
5. Kesimpulan dan Saran
6. Daftar Pustaka

1.7 Sistematika Penulisan Laporan Tugas Akhir

Buku tugas akhir ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran dari pengerjaan tugas akhir yang penulis lakukan. Selain itu, diharapkan dapat berguna untuk pembaca yang tertarik untuk mengimplementasikan sistem telepon untuk keperluan sendiri ataupun kelompok serta bagi yang ingin melakukan pengembangan lebih lanjut. Secara garis besar, buku tugas akhir ini terdiri atas bagian seperti berikut ini :

Bab I Pendahuluan

Bab yang berisi mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan, dan manfaat dari pembuatan tugas akhir. Selain itu metodologi yang digunakan dan sistematika penulisan laporan akhir juga merupakan bagian dari bab ini.

Bab II Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi penjelasan secara detail mengenai dasar-dasar penunjang dan teori-teori yang digunakan untuk mendukung pembuatan tugas akhir ini. Kata kunci beserta istilah-istilah yang digunakan akan di deskripsikan pada bab ini.

Bab III Desain dan Perancangan Sistem

Bab ini berisi tentang analisis permasalahan, deskripsi umum sistem, lingkungan perancangan, perancangan arsitektur sistem, perancangan aplikasi, dan SIP. Secara garis besar bab ini menjelaskan tentang desain sistem yang akan dibuat dan rancangan yang akan di implementasikan.

Bab IV Implementasi

Bab ini membahas implementasi dari desain yang telah dibuat pada bab sebelumnya. Penjelasan berupa kode sumber yang digunakan untuk proses implementasi.

Bab V Pengujian dan Evaluasi

Bab ini menjelaskan kemampuan perangkat lunak dan sistem dengan melakukan pengujian kebenaran dan pengujian kinerja dari sistem yang telah dibuat.

Bab VI Kesimpulan dan Saran

Bab ini menjelaskan tentang hasil pembuatan sistem, pengujian, dan evaluasi sistem. Selanjutnya memberikan saran mengenai sistem untuk pengembangan yang lebih baik ke depannya.

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang teori-teori yang berkaitan dengan dan sistem telepon yang diajukan untuk tugas akhir ini. Penjelasan ini bertujuan untuk memberikan gambaran secara umum terhadap perangkat lunak yang dibuat dan berguna sebagai penunjang dalam pengembangan perangkat lunak .

2.1 VOIP dan *Video Codec*

VOIP adalah jenis komunikasi yang mana bisa melakukan panggilan ke orang lain melalui internet. *Voice over internet protocol* (VOIP) digunakan untuk memungkinkan pengiriman komunikasi suara melalui Internet. VOIP melibatkan transmisi sinyal digital sebagai paket melalui jaringan yang berbeda seperti *local area network* (LAN) atau LAN nirkabel (WLAN) [1].

Langkah-langkah dan prinsip-prinsip yang terlibat dalam panggilan telepon VOIP berasal mirip dengan telepon digital tradisional dan melibatkan sinyal, penyiapan saluran, digitalisasi sinyal suara analog, dan mengodekan. Informasi digital dibuat menjadi paket-paket, dan transmisi terjadi sebagai paket IP melalui jaringan *packet-switched*. Jaringan mengangkut audio *stream* menggunakan protokol pengiriman media khusus yang menyandikan audio dan video dengan Codec audio, dan Codec video.

Codec adalah Perangkat atau program yang memadatkan data untuk memungkinkan transmisi yang lebih cepat dan dekomposisi data yang diterima [2]. Berbagai Codec ada yang mengoptimalkan *media stream* berdasarkan kebutuhan aplikasi dan *bandwidth* jaringan.

Video Codec adalah rangkaian elektronik atau perangkat lunak yang memampatkan atau Melakukan dekomposisi video digital. Codec mengubah video digital mentah (tidak dikompres) ke format terkompresi atau sebaliknya. Dalam konteks kompresi video, "Codec" adalah gabungan dari "*encoder*" dan "*decoder*" ,

perangkat yang hanya memampatkan biasanya disebut *encoder*, dan yang hanya melakukan dekompresi adalah *decoder*.

Codec mempunyai dua tipe kompresi, yaitu *lossy* dan *lossless*. *Lossless Compression* berarti tidak ada data yang hilang. Data yang dihasilkan setelah kompresi merupakan data yang sama dengan data awal. *Lossy compression* berarti meniadakan data yang kurang penting sehingga data yang dihasilkan bukan hasil yang sama dengan data awal tetapi mendekati. [3].

2.1.1 Pemilihan Codec Audio dan Video

Agar kualitas audio dan video baik maka pemilihan Codec sangat diperlukan. Terdapat banyak pilihan Codec yang berbeda beda. Codec juga akan mempengaruhi kecepatan transfer dan besar *bandwith* yang diperlukan untuk mengirim data. Maka dari itu *sampel rate*, *bitrate* dan *latency* untuk kompresi sangat mempengaruhi kualitas panggilan.

Berikutnya akan di sunghukan tabel yang menunjukkan codec untuk audio yang masih banyak dipakai saat ini beserta data *sampel rate*, *bitrate* dan *latency* yang digunakan oleh setiap Codec.

Lossy Format :

Tabel 2.1 Codec Audio *Lossy Format*

Audio compressi on format	Sample rate	Bit rate	Late ncy
AAC	8–192 kHz[50]	8–529 kbit/s (stereo)	20–405 ms[51]
AC3	32, 44.1, 48 kHz	32–640 kbit/s	40.6 ms

AMR	8 kHz	4.75, 5.15, 5.90, 6.70, 7.40, 7.95, 10.20, 12.20 kbit/s	25 ms
AMR-WB	16 kHz	6.60, 8.85, 12.65, 14.25, 15.85, 18.25, 19.85, 23.05, 23.85 kbit/s	25 ms
AMR-WB+	8, 11.025, 16, 22.05, 32, 44.1, 48 kHz	6–36 kbit/s (mono)	60– 90 ms
aptX	24–48 kHz (stereo)	192–384 kbit/s (stereo)	2 m s
ATRAC1	44.1 kHz	292 kbit/s	>10 0 m s
ATRAC3	44.1 kHz	66, 105, 132, 146, 176, 264, 352 kbit/s	>10 0 m s
ATRAC3plus	44.1 kHz	48–352 kbit/s	>10 0 m s
BroadVoice (BV16, BV32)	8, 16 kHz	16, 32 kbit/s[52]	5 m s
GSM-HR	8 kHz	5.6 kbit/s	25 ms
GSM-FR	8 kHz	13 kbit/s	20– 30 ms
GSM-EFR	8 kHz	12.2 kbit/s	20– 30 ms
HE-AAC	22 ~ 96 kHz	16 ~ 80 kbit/s	

HVXC	8 kHz	2, 4 kbit/s	36 ms
iLBC	8 kHz	13.33, 15.20 kbit/s	25, 40 ms
iSAC	16, 32 kHz	10–52 kbit/s	33, 63 ms
MP3 (MPEG-1, 2, 2.5 Audio Layer III)	8, 11.025, 12, 16, 22.05, 24, 32, 44.1, 48 kHz	8, 16, 24, 32, 40, 48, 56, 64, 80, 96, 112, 128, 144, 160, 192, 224, 256, 288, 320 kbit/s	>100 ms
Opus	8–48 kHz	6–510 kbit/s	5–66.5 ms
RealAudio	Varies (see article)	Varies (see article)	Varies
SILK	8, 12, 16, 24 kHz	6–40 kbit/s	25 ms
Siren 7	16 kHz	16, 24, 32 kbit/s	40 ms
Siren 14	32 kHz	24, 32, 48 kbit/s (mono)	40 ms
Siren 22	48 kHz	32, 48, 64 kbit/s (mono)	40 ms
Speex	8, 16, 32, (48) kHz	2.15–24.6 kbit/s (NB)	30 ms (NB)
VMR-WB	16 kHz	8.55, 4.0, 0.8, 13.3, 6.2, 2.7, 1.0 kbit/s	33.75 ms

Vorbis (Ogg)	8–192 kHz	45-500 kbit/s (32-500 kbit/s for aoTuV tunings)	>100 ms
Windows Media Audio Standard	8, 11.025, 16, 22.05, 32, 44.1, 48 kHz	8–768 kbit/s	>100 ms
Windows Media Audio Pro	8, 11.025, 16, 22.05, 32, 44.1, 48, 88.2, 96 kHz	4–768 kbit/s	>100 ms

Lossless Format

Tabel 2.2. Codec Audio *Lossless Format*

Audio compression format	Sample rate	Bits per sample	Latency
FLAC	1–655350 Hz	8, 16, 20, 24, 32	4.3–92 ms (46.4 ms typical)
Monkey's Audio	1–655350 Hz[citation needed]	8, 16, 24	1670 to 26,749 ms (varies with compression)
RealAudio Lossless	Varies (see article)	Varies (see article)	Varies
True Audio (TTA)	0–4 GHz	1 to > 64	approx. 1045 ms[58]

Windows Media Audio Lossless	8, 11.025, 16, 22.05, 32, 44.1, 48, 88.2, 96 kHz	16, 24	>100 ms
------------------------------	--	--------	---------

ITU adalah badan khusus PBB untuk teknologi informasi dan komunikasi – TIK [4]. ITU menyediakan Codec variasi G.7xx, untuk tipe Codec apakah *lossless* ataupun *lossy* tidak dijelaskan oleh ITU.

ITU-T Format

Tabel 2.3. Codec Audio ITU-T *Format*

Audio compression format	Sample rate	Bit rate	Latency
G.711	8 kHz	64 kbit/s	125 μ s (typical)
G.711.0	8 kHz	0.2–65.6 kbit/s	5–40 ms
G.711.1	8, 16 kHz	64, 80, 96 kbit/s	11.875 ms
G.718	8, 16 kHz	8, 12, 12.65, 16, 24, 32 kbit/s	42.875 – 43.875 ms
G.718B	32 kHz	36, 40, 48 kbit/s	49.625 ms
G.719	48 kHz	32–88 kbit/s in 4 kbit/s steps, 88–128 kbit/s in 8 kbit/s steps	40 ms

G.721	8 kHz	32 kbit/s	
G.722	16 kHz	64 kbit/s	4 ms
		(comprises 48, 56 or 64 kbit/s audio and 16, 8 or 0 kbit/s auxiliary data)	
G.722.1	16 kHz	24, 32 kbit/s	40 ms
G.722.1C	32 kHz	24, 32, 48 kbit/s	40 ms
G.722.2 (A MR-WB)	16 kHz	6.60, 8.85, 12.65, 14.25, 15.85, 18.25, 19.85, 23.05, 23.85 kbit/s	25 ms
G.723	8 kHz	24, 40 kbit/s	
G.723.1	8 kHz	5.3, 6.3 kbit/s	37.5 ms
G.726	8 kHz	16, 24, 32, 40 kbit/s	125 μ s
G.727	8 kHz	16, 24, 32, 40 kbit/s	
G.728	8 kHz	16 kbit/s	0.625 ms
G.729	8 kHz	8 kbit/s	15 ms
G.729D	8 kHz	6.4 kbit/s	
G.729E	8 kHz	11.8 kbit/s	15 ms
G.729.1	8, 16 kHz	8 kbit/s, 12–32 kbit/s in 2 kbit/s steps	48.937 5 ms

Dari data diatas dapat dilihat terdapat dua barisan yang di tandai yaitu Codec GSM dan G722. Kedua Codec mempunyai perbedaan yang sangat besar.

Codec GSM mempunyai bitrate yang sangat kecil sehingga mempunyai keuntungan untuk besar data yang dirim sangat kecil. Codec GSM ini tidak membutuhkan jaringan yang besar akan tetapi mempunyai kualitas yang buruk dikarenakan sample rate yang sangat kecil.

Bertentangan dengan codec G722, codec G722 mempunyai bitrate yang sangat besar . Ini akan membutuhkan transfer data yang jauh lebih besar dari Codec GSM. Akan tetapi, kualitas yang dihasilkan oleh codec G722 ini jauh lebih baik dari GSM.

Kedua Codec ini dipilih karena aplikasi *softphone* dan system telepon Asterisk sama-sama mendukung Codec ini.

Kedua codec ini sangat baik pada kasusnya asing-masing, sehingga penulis akan memilih kedua Codec ini untuk dipakai. Aplikasi Linphone mempunyai fitur otomatis untuk mengubah pemakaian codec tergantung kualitas jaringan. Codec GSM akan dipakai saat kualitas jaringan kurang baik dan Codec G722 akan dipakai saat jaringan berkualitas baik pula.

Untuk video penulis akan menggunakan Codec video H264 dikarenakan untuk sekarang ini Codec H.264 merupakan yang terbaik untuk besar jaringan yang dipakai maupun kualitas video yang dihasilkan.

2.2 SIP

Session Initiation Protocol (SIP) digunakan untuk satu atau lebih *Co-user* untuk membuat, memodifikasi, dan mengakhiri sesi *application layer control protocol*. Oleh karena itu, UDP atau TCP dapat mentransfer *agreements*. *Agreements* SIP penting lainnya adalah model berdasarkan bahasa SIP URI (SIP *Uniform Resource Identifier*) adalah bahasa yang hampir serupa ke HTML untuk

menggambarkan struktur. SIP terdiri dari dua jenis entitas: *user agent* (UA) dan *server*. SIP UA dengan UAC (*User Agent Client*) dan UAS (*User Agent Server*) dengan fungsi ganda, UAC adalah fungsi dari *speaker* (dikirim permintaan SIP), fungsi UAS menerima permintaan dan merespon pada persyaratan. SIP *server* memiliki empat kategori utama: *Proxy Server*, *Location Server*, *Redirect Server* dan *Registrar Server*. Fungsi utamanya bertanggung jawab atas telepon melakukan register dan menemukan *client* pada sisi lain [5].

2.3 Android

Android adalah sistem operasi berbasis Linux yang dirancang untuk perangkat bergerak layar sentuh seperti telepon pintar dan komputer tablet. Android awalnya dikembangkan oleh Android, Inc., dengan dukungan finansial dari Google, yang kemudian membelinya pada tahun 2005. Sistem operasi ini dirilis secara resmi pada tahun 2007, bersamaan dengan didirikannya Open Handset Alliance, konsorsium dari perusahaan-perusahaan perangkat keras, perangkat lunak, dan telekomunikasi yang bertujuan untuk memajukan standar terbuka perangkat seluler. Ponsel Android pertama mulai dijual pada bulan Oktober 2008.

Dibandingkan dengan sistem operasi *smartphone* lainnya, Android sudah digunakan di Indonesia dengan pengguna sebanyak 93,6 persen, bahkan di tingkat Asia Tenggara, pengguna Android di Indonesia merupakan pengguna Android paling banyak, yaitu sebesar 32,7 persen. Hal ini merupakan salah satu hal yang menjadi pertimbangan penulis dalam membangun aplikasi *mobile* ini dengan sistem operasi Android [6].

2.4 Layanan Awan

Pemakaian layanan awan pada tugas akhir ini dikarenakan *service* pada layanan awan menyediakan sambungan lebih luas kepada aplikasi yang ingin terhubung. Setiap aplikasi yang

terhubung ke internet, dapat mengakses layanan awan sehingga menghasilkan jangkauan luas, tidak dibatasi oleh tempat atau wilayah akses tertentu.

Layanan Awan yang dipakai pada tugas akhir ini adalah Amazon Web Services (AWS). AWS menyediakan layanan komputasi awan sebagai tempat komputasi berbasis internet. Amazon Web Services adalah platform layanan awan yang aman, menawarkan daya komputasi, penyimpanan basis data, pengiriman konten dan fungsi lainnya.

Komputasi Awan (*Cloud Computing*) merupakan gabungan pemanfaatan teknologi komputer ('komputasi') dan pengembangan berbasis Internet ('awan'). Komputasi awan adalah sebuah konsep pemahaman dalam rangka pembuatan kerangka kerja komputasi secara *online* lokal (LAN) maupun global (internet) di mana terdapat beragam aplikasi maupun data dan media penyimpanan yang dapat diakses dan digunakan secara berbagi (*shared service*) dan bersamaan (*simultaneous access*) oleh para pengguna yang beragam – mulai dari perseorangan sampai kepada kelas pengguna korporasi atau perusahaan [7].

2.5 Asterisk

Asterisk adalah implementasi perangkat lunak dari *private branch exchange* (PBX). Ini memungkinkan telepon dihubungkan dengan berbagai teknologi perangkat keras untuk saling menelepon satu sama lain, dan terhubung ke layanan telepon, seperti layanan jaringan telepon umum dan *layanan voice over internet protocol* (VOIP). Namanya berasal dari simbol asterisk "*". Asterisk adalah *framework open source* dan gratis untuk membangun aplikasi komunikasi [8].

Asterisk mendukung beberapa protocol VOIP termasuk SIP, media gateway control protocol dan lainnya. Dikarenakan dukungan terhadap banyak protocol termasuk SIP maka Asterisk dipilih penulis sebagai PBX pada tugas akhir ini. Asterisk juga

dikenal sebagai salah satu penyedia layanan framework untuk membuat system VOIP yang terbaik.

Cara kerja Asterisk secara sederhana yaitu menyediakan sebuah atau beberapa buah *channel* dengan *key* yang berbeda satu sama lain, seperti nomor telepon. Aplikasi dengan *key* khusus tersebut yang terhubung ke Asterisk kemudian akan di simpan sebagai *online* atau tersedia. Ketika salah satu aplikasi yang terhubung ingin melakukan panggilan ke *key* tertentu maka Asterisk akan melakukan cek apakah *key* tersebut terpakai dan sedang terhubung ke *server*. Bila kondisi terpenuhi maka Asterisk akan menghubungkan kedua *key* dengan cara mengirim data dari satu ke yang lain. Versi Asterisk yang akan digunakan pada tugas akhir ini adalah versi 13.0 yang sudah stabil dan lebih sedikit *bug*.

2.6 FreePBX

FreePBX adalah GUI (*Graphic User Interface*) *open source* berbasis *web* yang mengendalikan dan mengelola Asterisk (PBX), sebuah *server* komunikasi *open source*. FreePBX dilisensikan di bawah GNU *General Public License* (GPL), lisensi *open source*. FreePBX dapat diinstal secara manual atau sebagai bagian dari *Distro FreePBX pra* - konfigurasi yang mencakup sistem OS, Asterisk, GUI FreePBX dan berbagai macam dependensi [9].

FreePBX memberikan tampilan GUI yang baik sehingga pengguna akan lebih terbantu untuk melakukan konfigurasi pada Asterisk. FreePBX adalah software gratis. Versi FreePBX yang digunakan pada tugas akhir ini adalah versi 12 yang sudah stabil dan mempunyai *bug* yang lebih sedikit.

2.7 PUTTY SSH

Putty adalah klien SSH dan Telnet, yang dikembangkan oleh Simon Tatham untuk platform Windows. Putty adalah perangkat lunak *open source* yang tersedia dengan kode sumber dan dikembangkan dan didukung oleh sekelompok sukarelawan [10].

SSH (*Secure Shell*) adalah aplikasi pengganti *remote login* seperti Telnet, Rsh, dan Rlogin, yang jauh lebih aman. Fungsi utama aplikasi ini adalah untuk mengakses mesin secara *remote*. Sama seperti Telnet, SSH Client menyediakan *user* dengan *shell* untuk *remote* ke mesin. Tidak seperti Telnet, SSH menyediakan koneksi enkripsi antara klien dengan *server*. Dalam prakteknya, penggunaan menggunakan Telnet dan SSH seperti perbedaan dengan mengakses website biasa dengan website yang lebih aman (HTTPS).

2.8 Ubuntu Server 14

Ubuntu *Server* adalah sistem operasi *server*, yang dikembangkan oleh Canonical, yang berjalan pada semua arsitektur utama: x86, x86-64, ARM v7, ARM64, POWER8, dan IBM System z mainframes via LinuxONE. Ubuntu adalah platform *server* yang dapat digunakan siapa saja untuk hal berikut dan banyak lagi : Situs *web*, FTP, *Server* email, File dan *server* cetak, Platform pengembangan, Penyebaran kontainer, Cloud Computing, *Server database*

Ubuntu *Server* memiliki persyaratan minimum di bawah ini:

- a. RAM: 512MB
- b. CPU: 1 GHz

Ruang penyimpanan yang dibutuhkan : 1 GB ruang *disk* (1,75 GB untuk semua fitur yang akan diinstal) [11]. Salah satu kegunaan yang membuat Ubuntu *Server* begitu menarik adalah hemat biaya. Siapa saja dapat mengunduh salinan Ubuntu *Server* versi terbaru dan menyebarkannya sebanyak mungkin mesin tanpa biaya.

BAB III DESAIN DAN PERANCANGAN

Bab ini membahas tentang desain dan perancangan dari sistem yang akan di implementasikan.

3.1 Deskripsi Umum Sistem

Sistem yang akan dibuat adalah sebuah sistem telepon internet dan aplikasi *softphone*. *Softphone* akan dapat melakukan komunikasi ke *softphone* lainnya menggunakan sistem telepon internet pada layanan awan. Fitur yang dapat dipakai yaitu *voice over internet protocol* dan *video call*.

Sistem telepon sendiri akan di pasang pada layanan awan Amazon Web Service menggunakan layanan EC2. EC2 adalah *elastic compute cloud* adalah sebuah *web service* untuk *cloud computing*. Penulis memilih layanan AWS EC2 dengan alasan AWS EC2 menyediakan komputasi awan dengan layanan yang baik dan handal dengan pemakainya seperti perusahaan NASA, NETFLIX, dan LAMBORGHINI. Pada EC2 akan dilakukan pemasangan *operation sistem* (OS) *server* memakai Ubuntu Server 14. Sistem operasi ini berguna sebagai tempat berjalannya sistem telepon PBX yang akan dibuat. Pada OS kemudian akan dipasang sistem telepon PBX menggunakan Asterisk. Sistem telepon PBX ini berguna untuk melakukan pengontrolan telepon internet.

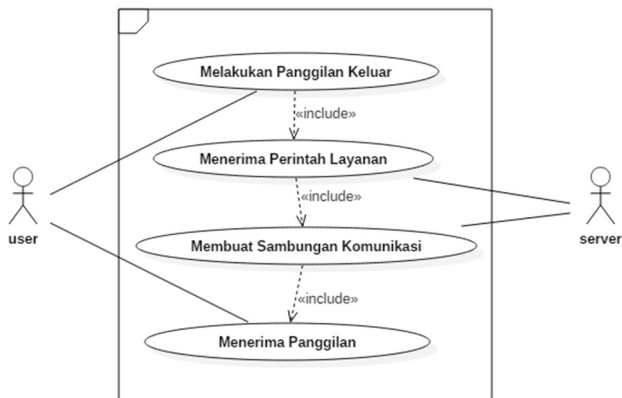
Untuk melakukan konfigurasi pada Asterisk, akan dipakai *software* FreePBX. *Software* ini menyediakan GUI untuk melakukan konfigurasi lebih mudah dan mempunyai fitur yang cukup lengkap. Protokol internet yang akan digunakan adalah SIP yang telah tersedia sebagai pilihan di Asterisk.

Setelah sistem telepon internet selesai dibuat maka aplikasi *softphone* yang akan dipakai adalah *softphone opensource* Linphone. Aplikasi dapat melakukan komunikasi ke aplikasi lain dengan cara menghubungi *server* dengan Ip *server*. Setiap aplikasi akan memiliki nomor ID yang disimpan di *softphone* dan didaftarkan di *server* sehingga aplikasi hanya butuh memasukan

nomor ID yang akan di telepon pada *softphone*. Pada *softphone* akan digunakan Codec untuk kompresi data baik data audio maupun video. Codec berfungsi untuk kompresi data saat akan dikirim dan akan melakukan dekompresi data saat data diterima. Ada beberapa cara kompresi data yaitu *lossless* dan *lossy*. Pada kasus *lossless* data yang akan dikompresi dapat di dekompresi ke bentuk asli semula, sedangkan pada kasus *lossy* data yang di dekompresi kehilangan sebagian dari data asli yang di kompresi.

3.2 Kasus Penggunaan

Terdapat dua aktor dalam sistem yang akan dibuat, yaitu *User* dan *Server*. *User* adalah aktor yang melakukan permintaan komunikasi dengan memakai aplikasi *softphone* sedangkan *Server* adalah aktor yang akan menyediakan layanan komunikasi antara dua *User*. Diagram kasus penggunaan menggambarkan kebutuhan-kebutuhan yang harus dipenuhi sistem. Diagram kasus penggunaan digambarkan pada gambar di bawah.



Gambar 3.1 Diagram *Usecase*

Diagram Kasus penggunaan pada Gambar 3.1 dideskripsikan masing-masing pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.1. *Usecase*

Kode Kasus Penggunaan	Nama Kasus Penggunaan	Keterangan
UC-0001	Melakukan Panggilan Keluar	<i>User</i> dapat mengirimkan permintaan penyambungan komunikasi kepada sistem telepon/ <i>server</i>
UC-0002	Menerima Perintah layanan	Sistem telepon/ <i>server</i> akan menerima permintaan dari <i>user</i> untuk menyediakan layanan sambungan komunikasi
UC-0003	Membuat Sambungan Komunikasi	<i>User</i> dapat menerima permintaan penyambungan komunikasi dari sistem telepon/ <i>server</i>
UC-0004	Menerima Panggilan	Sistem telepon/ <i>server</i> dapat membuat layanan komunikasi antara dua <i>softphone</i> dengan protokol SIP

3.3 Arsitektur Sistem

Pada sub-bab ini akan dibahas mengenai tahap analisis arsitektur, analisis teknologi dan desain sistem yang akan dibangun.

3.3.1 Desain Umum Sistem

Berdasarkan deskripsi umum sistem yang telah ditulis di atas, dapat diperoleh kebutuhan sistem ini, di antaranya :

1. Pemasangan *cloud server* pada AWS.
2. Pemasangan sistem telepon pada *cloud server*.
3. Pemasangan GUI PBX, dan konfigurasi sistem telepon.
4. Konfigurasi *softphone* Android

Untuk memenuhi kebutuhan sistem tersebut, penulis membagi sistem menjadi beberapa komponen. Komponen yang akan dibangun antara lain:

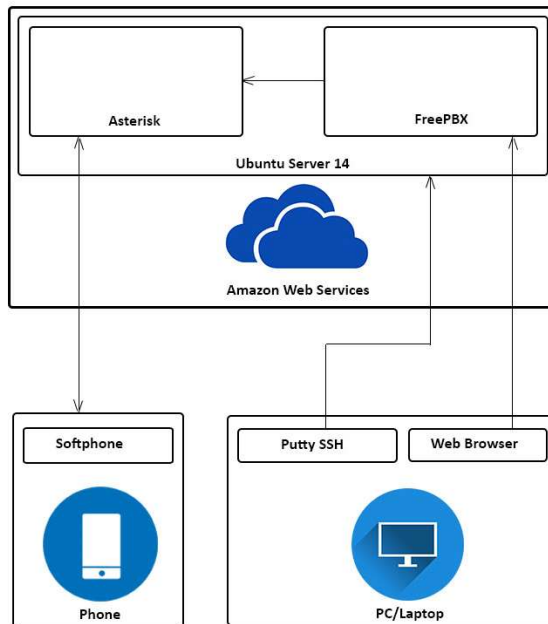
1. *Cloud Server*
Berfungsi sebagai tempat sistem telepon dipasang dan berfungsi menyediakan layanan komputasi bagi sistem telepon.
2. Sistem Telepon
Berfungsi untuk melakukan pengaturan komunikasi dan menyediakan sambungan komunikasi antara *softphone* yang terhubung.
3. GUI PBX, dan Konfigurasi
GUI PBX berfungsi untuk menyediakan *user interface* bagi penulis untuk melakukan konfigurasi yang diperlukan sistem telepon, sebagai contoh adalah pemilihan Codec audio dan video dan mendaftarkan nomor ID *softphone*. Konfigurasi juga perlu dilakukan

pada OS *server* secara jarak jauh menggunakan aplikasi yang dapat terhubung ke *server*.

4. *Softphone* Android

Berfungsi sebagai aplikasi yang digunakan untuk melakukan komunikasi antara *User*. Aplikasi ini akan terhubung ke sistem telepon dengan menggunakan IP *server* dan menyimpan nomor ID sebagai nomor unik yang dapat dihubungi oleh aplikasi lain.

Pada gambar berikut akan ditunjukkan arsitektur sistem secara umum dengan detail-detail dari komponen yang terdapat di dalamnya. Setiap komponen tersebut akan diimplementasikan dengan teknologi pendukung yang dibutuhkan.



Gambar 3.2 Desain Umum

3.3.2 Perancangan Cloud Server

Cloud Server adalah *server* yang ada di layanan awan. *Server* ini berada di layanan awan agar aplikasi dapat mengakses *server* tanpa adanya batasan jarak selama aplikasi terhubung dengan jaringan internet dan juga agar *server* dapat menghubungi aplikasi tanpa adanya batasan jarak. *Server* berguna sebagai tempat terpasangnya sistem telepon dan menyediakan layanan komputasi kepada sistem dan *software* yang dipasang di dalamnya. Untuk layanan *cloud* sendiri adalah menyediakan perangkat keras seperti RAM, CPU dan Memori untuk dipasang sistem operasi dalam kasus ini menggunakan sistem operasi berbasis Linux yaitu Ubuntu Server 14. Secara rinci berikut perancangan *cloud server* :

1. Penyedia Layanan Menggunakan Amazon Web *Server*
2. Service pada AWS menggunakan EC2
3. Sistem operasi *server* akan dipasang pada EC2 adalah Ubuntu *Server* 14.
4. Pada Ubuntu *Server* 14 akan dipasang *software* yang membantu bekerjanya sistem seperti pemasangan Apache agar nantinya aplikasi GUI FreePBX dapat diakses melalui *web browser*.
5. Memasang Pjproject untuk menyediakan library SIP handling.
6. Memasang Jansson untuk mengatur JSON (*JavaScript Object Notation*) data.

3.3.3 Perancangan Sistem Telepon

Sistem telepon dalam pembahasan ini adalah sebuah *software* yang menyediakan layanan sistem untuk melakukan panggilan suara dan video melalui internet. Layanan ini menyediakan pengaturan untuk berkomunikasi *softphone* satu sama lain. Sistem telepon ini akan dipasang di dalam sistem operasi yang telah ada.

Berikut perancangan sistem telepon :

1. Pemasangan Asterisk sebagai sistem telepon pada *cloud server*.

3.3.4 Perancangan GUI PBX, dan Konfigurasi

Grafik user interface untuk pengaturan Asteriks perlu dipasang agar mempermudah pengaturan Asterisk. Dengan adanya GUI maka data-data yang ada akan ditampilkan dibagi dalam kelompok-kelompok dan ditampilkan dengan pilihan tab –tab yang terstruktur. GUI ini akan dibuat dengan memasang *software* khusus GUI PBX. Setelah GUI selesai dipasang maka akan dilakukan konfigurasi sistem telepon memakai *software* GUI PBX ini. Konfigurasi meliputi pemilihan Codec untuk audio dan video, pemilihan protokol internet yang kali ini akan memakai SIP, mendaftarkan nomor ID yang nantinya akan dipakai pada *softphone* sebagai identitas agar sistem dapat mengenali dan melakukan penyambungan komunikasi terhadap aplikasi yang semestinya. GUI dapat diakses dengan *web browser*.

Konfigurasi sebelumnya juga dilakukan pada *server*. Maka dengan itu diperlukan *software* yang dapat menyediakan layanan tersebut. Agar komunikasi *remote* ke *server* lebih aman dan cepat maka dipilih protokol SSH. Dengan cara ini maka *server* dapat dikonfigurasi dengan akses dari PC/Laptop melalui internet .

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB IV IMPLEMENTASI

Setelah melewati proses perancangan mengenai sistem yang akan dibuat, maka akan dilakukan implementasi dari sistem tersebut. Bab ini akan membahas mengenai implementasi dari sistem yang meliputi proses pembuatan setiap komponen sehingga sistem dapat berjalan dengan baik. Masing-masing proses pembuatan akan dilengkapi dengan *code* atau konfigurasi dari sistem.

4.1 Lingkungan Implementasi

Dalam mengimplementasikan sistem, digunakan beberapa perangkat pendukung sebagai berikut.

4.1.1 Perangkat Keras

Perangkat keras yang digunakan dalam pengembangan sistem adalah sebagai berikut :

1. 1 buah Laptop *Procesor* Intel Core I3-2365M, @1,4 GHz, RAM 6 GB.
2. 1 buah *Smartphone* Android. *Procesor* Mediatek Helio x20, 2x 2,0 GHZ + 8x1,4 GHZ, RAM 3 GB. *Smartphone* Android
3. 1 buah *Smartphone* Android , *Procesor* Mediatek MT6753
Octa-core 1.3 GHz, Android 5.1, RAM 3 GB
4. 1 buah *ServerEC2 Machine*, *Procesor* Intel Xeon, 1x2,5GHz, RAM 1 GB, HDD 20 GB.

4.1.2 Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam pengembangan sistem adalah sebagai berikut :

1. OS Windows 10 64 bit.

2. OS Ubuntu Server 14 64 bit.
3. OS Android 6.0.
4. Asterisk versi 13 sebagai sistem telepon.
5. Pjproject untuk menyediakan *library* SIP *handling*.
6. Jansson untuk mengatur JSON.
7. Mysql *server* versi 5.5 untuk penyimpanan *database*
8. FreePBX Versi 12.0 sebagai GUI PBX.
9. PuttySSH Sebagai *Remote* SSH *Server*.
10. PuttyGen untuk mengubah *key* AWS ke *key* PuttySSH (satu paket pemasangan dengan PuttySSH)
11. Linphone sebagai *sofphone* Android.

4.2 Implementasi *Cloud Server*

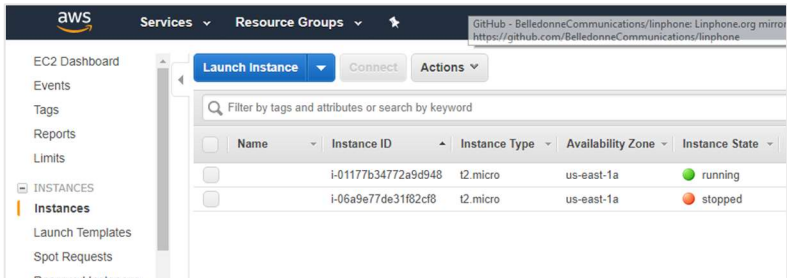
Layanan awan yang dipakai sebagai tempat *cloud server* berada adalah AWS. Untuk dapat memakai AWS Services, harus mempunyai akun terdaftar dahulu. Terdapat pilihan region tempat *server* AWS berada. Untuk implementasi ini, dipilih US North Virginia sebagai tempat *Cloud Server* dikarenakan jenis akun penulis yang terbatas.

- *Login > services > EC2*
- *Launch Instance > Pada Amazon Machine Image pilih Ubuntu Server 14.04 LTS*
- *Instance t2 micro > Default > Storage 20 GB > Default > Security Group Default > Buat Nama Key dan Unduh > Launch*

Pada langkah pemilihan *instance* terdapat banyak tipe *instance*, tergantung jumlah virtual CPU, *Memory* dan prioritas *network* yang disediakan.

Ketika langkah *Launch* sudah dijalankan, maka *server* sudah berjalan di *Cloud*. AWS tidak menyediakan terminal untuk memasukkan perintah ke *server*, sehingga membutuhkan *software* pihak ketiga. Dalam kasus ini, penulis menggunakan PuttySSH.

Gambar berikut menunjukkan mesin komputer pada layanan awan sudah berjalan diberi warna hijau.

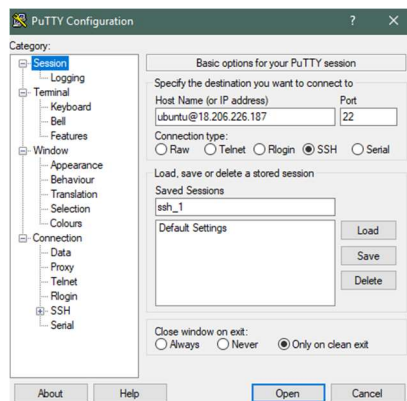


Gambar 4.1 Layanan Awan AWS

Dibutuhkan juga PuttyGen untuk mengubah *key* AWS yang telah kita unduh ke dalam bentuk *key* yang di kenali PuttySSH dengan cara :

- *Conversions > Import key* (pilih *key* AWS yang sudah diunduh) > *Save private key*.

Gambar dibawah ini menunjukkan PuttySSH telah berjalan dan telah di isikan data yang diperlukan untuk tersambung ke layanan awan

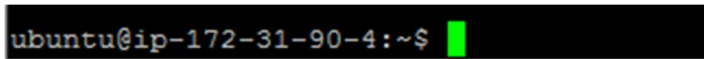


Gambar 4.2 Putty SSH

Untuk melakukan *remote server* dibutuhkan langkah sebagai berikut :

- Pada Host Name : *username@ip server* , (untuk ip server dapat dilihat pada AWS EC2 yang ada seperti gambar diatas).
- Masukkan *key* hasil PuttyGen pada : *Connection > SSH > Auth > Browse.*

Selanjutnya tekan open, setelah itu akan terbuka terminal san menunjukkan gambar berikut :



Gambar 4.3 Terminal Putty

4.3 Implementasi Sistem Telepon PBX

Pada Sub-bab ini akan di jelaskan cara implementasi sistem telepon. System telepon yang akan dipakai adalah FreePBX versi 12.

- Setelah *login ssh* berhasil, masuk sebagai *root* dan update OS dengan mengetikkan

```
sudo -i  
apt-get update && apt-get upgrade -y
```

Masuk sebagai *root* perlu dilakukan agar *software* yang diinstal tidak akan ditolak oleh *system* bila memerlukan akses sistem

- *Install* kebutuhan utama sistem seperti Mysql, Mysql client, Apache, PHP dan lain sebagainya

Code yang berfungsi untuk melakukan *install* kebutuhan yang dijabarkan diatas dapat dilihat pada perintah berikut ini :

```
apt-get install -y build-essential linux-headers-`uname -r` openssh-server apache2 mysql-server\
mysql-client bison flex php5 php5-curl php5-cli php5-mysql php-pear php-db php5-gd curl sox\
libncurses5-dev libssl-dev libmysqlclient-dev mpg123 libxml2-dev libnewt-dev sqlite3\
libsqlite3-dev pkg-config automake libtool autoconf git subversion unixodbc-dev uuid uuid-dev\
libasound2-dev libogg-dev libvorbis-dev libcurl4-openssl-dev libical-dev libneon27-dev libsrtp0-dev\
libspandsp-dev libmyodbc
```

Apache diperlukan agar nantinya sistem dapat diakses melalui *browser*. Apache akan menghubungkan *web* ke dalam sistem. Mysql adalah *software* yang berguna sebagai *database*. Mysql diperlukan untuk menyimpan data data konfigurasi pada sistem.

Setelah dilakukan *update* pada Ubuntu maka diperlukan *reboot system* agar perubahan yang terjadi dapat segera di aplikasikan.

```
reboot
```

Untuk melakukan *reboot* sebagai berikut :

- *Download* Asterisk ,jansson, pjproject

Untuk perintah mendapatkan Asterisk dan yang dijabarkan diatas maka dapat mengetikkan perintah berikut ini:

```
cd /usr/src

wget
https://downloads.asterisk.org/pub/telephony/
asterisk/asterisk-13.0.0.tar.gz

git                                clone
https://github.com/akheron/jansson.git

git                                clone
https://github.com/asterisk/pjproject.git
```

Setelah selesai melakukan unduh maka Pjproject akan di *install*. Pjproject berfungsi sebagai penyedia *library* SIP.

- *Install Pjproject*

Untuk perintah melakukan install Pjproject dapat mengetikkan perintah berikut ini :

```
cd /usr/src/pjproject
./configure --enable-shared --disable-sound --
disable-resample --disable-video --disable-
opencore-amr

make dep

make

make install
```


Selanjutnya akan di *install* Jansson. Jansson berguna sebagai library untuk *encoding* dan *decoding*.

- *Install* Jansson

Untuk halaman selanjutnya, maka kode perintah yang berada di bawah langkah penginstalan merupakan kode yang diperlukan untuk melakukan instalasi seperti di bawah ini untuk melakukan instalasi Jansson yang diterangkan di atas.

```
cd /usr/src/jansson
autoreconf -i

./configure

Make
make install
```

Setelah itu maka selanjutnya adalah melakukan *install* Asterisk.

- *Install* Asterisk

```
cd /usr/src

tar xvfz asterisk-13.0.0.tar.gz

cd asterisk-*

./configure

contrib/scripts/get_mp3_source.sh

make menuselect
```

Setelah membuka *make menuselect* maka akan tampil UI untuk memilih fitur yang akan di *install* seperti Codec dan lainnya, pilih *save and exit*. selanjutnya adalah melakukan *install* asterisk yang sudah di pilih fiturnya.

```
Make

make install

make config

ldconfig
```

Karena penulis akan memakai Codec G722 sebagai codec audio maka perlu Codec G722 di *install* terlebih dahulu, untuk menginstal Codec audio G 7.722

```
cd /var/lib/asterisk/sounds

wget
http://downloads.asterisk.org/pub/telephony/sou
nds/asterisk-extra-sounds-en-wav-current.tar.gz

tar      xfz      asterisk-extra-sounds-en-wav-
current.tar.gz

rm      -f      asterisk-extra-sounds-en-wav-
current.tar.gz
```

```
wget
http://downloads.asterisk.org/pub/telephony/sounds/asterisk-extra-sounds-en-g722-current.tar.gz

tar      xfz      asterisk-extra-sounds-en-g722-current.tar.gz

rm       -f       asterisk-extra-sounds-en-g722-current.tar.gz
```

4.4 Implementasi GUI PBX, dan Konfigurasi

Untuk implementasi GUI PBX akan dipakai *software* FreePBX. Berikut merupakan cara instalasi FreePBX.

- *Download* dan ekstrak FreePBX

```
wget
http://mirror.freepbx.org/modules/packages/freepbx/freepbx-12.0-latest.tgz

tar vxfz freepbx-12.0-latest.tgz

cd freepbx
```

- Membuat Asterisk *user*

```
useradd -m asterisk

chown asterisk. /var/run/asterisk

chown -R asterisk. /etc/asterisk

chown -R
asterisk. /var/{lib,log,spool}/asterisk

chown -R asterisk. /usr/lib/asterisk

rm -rf /var/www/html
```

- memodifikasi Apache

```
sed -i 's/\(^upload_max_filesize =
\).*\/120M/' /etc/php5/apache2/php.ini

cp /etc/apache2/apache2.conf /etc/apache2/apach
e2.conf_orig

sed -i 's/^\(User\|Group\|)\.*\/1
asterisk/' /etc/apache2/apache2.conf

service apache2 restart
```

- konfigurasi ODBC (*Open Database Connectivity*)

```
cat >> /etc/odbcinst.ini << EOF
[MySQL]
Description = ODBC for MySQL
Driver = /usr/lib/x86_64-linux-
gnu/odbc/libmyodbc.so
Setup = /usr/lib/x86_64-linux-
gnu/odbc/libodbcmyS.so
FileUsage = 1

EOF
```

- Membuat koneksi ke *database*

```
cat >> /etc/odbc.ini << EOF
[MySQL-asteriskcdrdb]
Description=MySQL                                connection
to 'asteriskcdrdb' database
driver=MySQL
server=localhost
database=asteriskcdrdb
Port=3306
Socket=/var/run/mysqld/mysqld.sock
option=3

EOF
```

- Membuat password FreePBX untuk MYSQL

```
export ASTERISK_DB_PW=`dd if=/dev/urandom bs=1  
count=32 2>/dev/null | base64 - | cut -c2-18`
```

- Membuat *database* di MYSQL

```
mysqladmin -u root create asterisk  
  
mysqladmin -u root create asteriskcdrdb
```

- Memberikan *permission*

Selanjutnya adalah memberikan akses kepada pengguna dalam kasus ini adalah “asteriskuser” yang telah kita buat. Pemberian akses ini bertujuan agar Asterisk nantinya dapat mengakses *database* dan menyimpan data.

```
mysql -u root -e "GRANT ALL PRIVILEGES ON  
asterisk.* TO asteriskuser@localhost IDENTIFIED  
BY '${ASTERISK_DB_PW}';"  
  
mysql -u root -e "GRANT ALL PRIVILEGES ON  
asteriskcdrdb.* TO asteriskuser@localhost  
IDENTIFIED BY '${ASTERISK_DB_PW}';"  
  
mysql -u root -e "flush privileges;"
```

- *Restart Asterisk dan Install FreePBX*

```
./start_asterisk start

./install_amp --installdb --
username=asteriskuser --
password=${ASTERISK_DB_PW}

amportal chown

amportal a ma installall

amportal a reload

amportal a ma refreshsignatures

amportal chown
```

Langkah terakhir yaitu *restart* Asterisk.

Untuk mengakses GUI FreePBX bisa dibuka dari *web browser* dengan memasukkan IP *server/admin*. . Untuk pertama kali, akan diminta memasukkan data baru yaitu *username* dan *password* yaitu *admin/admin*.

```
ln -s /var/lib/asterisk/moh
/var/lib/asterisk/mohmp3

amportal restart
```

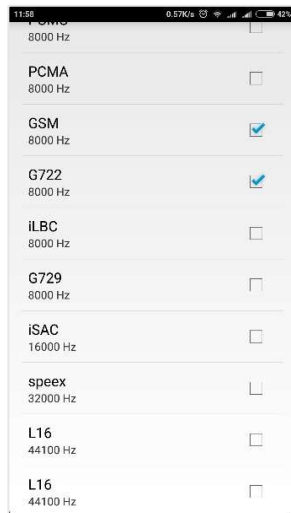
Untuk mendaftarkan ID yang akan dipakai pada *softphone* maka buka Application > *Extension* > add *Extension* > add SIP Extension.

4.5 Konfigurasi Akun dan Aplikasi Android

Dalam sub bab ini akan dijelaskan tentang cara implementasi pada Android menggunakan *opensource project* dari linphone.

4.5.1 Halaman Audio

Dari Halaman awal Linphone buka tab *settings* dan kemudian buka tab audio. Halaman ini berisi pengaturan Codec audio yang akan dipakai. Pilih codec GSM dan G722

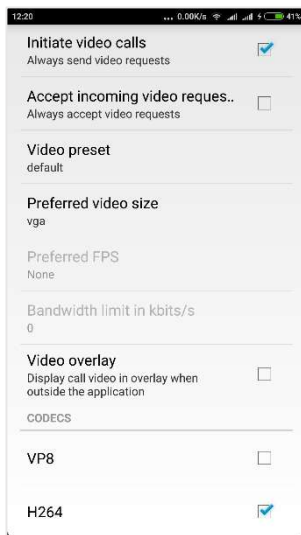


Gambar 4.4 Codec Audio *Softphone*

Pada gambar sebelumnya terlihat program memakai Codec tipe GSM dan G722

4.5.2 Halaman Video

Untuk konfigurasi Codec video buka tab video pada Linphone. Halaman ini berisi pengaturan Codec video yang akan dipakai. Codec yang akan dipakai adalah H.264.



Gambar 4.5 Codec Video *Softphone*

4.5.3 Konfigurasi Akun

Sebelum uji coba dilakukan, perlu dilakukan untuk membuat *extension* pada FreePBX sebagai alat untuk *account* pada *softphone* nantinya. Akun ini berguna untuk mengidentifikasi

setiap *softphone* apakah terhubung ke *server*. Bila *softphone* terhubung maka dapat dilakukan penjalinan komunikasi.

- Cara membuat *extension* :
- Buka browser dan masukkan IP *server* yang telah kita implementasikan
- Pergi ke application > extension
- Pilih *Generic Chan SIP Devices*
- Klik submit
- Isi kolom sebagai berikut ini :
Display name : 111
User Extension : 111
Secret : 111
NAT mode : yes
- Kemudian klik submit

Ulangi langkah diatas untuk membuat akun lain. Gambar di bawah menunjukkan pembuatan akun pada FreePBX.

The screenshot shows the FreePBX web interface. At the top, there's a navigation bar with tabs: Admin, Applications, Connectivity, Reports, Settings, and UCP. On the right, there's a 'Logout: admin' button. Below the navigation bar, the page title is 'Extension: 111'. There's a link to 'Delete Extension 111'. Below that, there's a section for 'Edit Extension'. The form includes the following fields and options:

- Display Name: 111
- CID Num Alias: (empty)
- SIP Alias: 111
- Outbound CID: (empty)
- Asterisk Dial Options: Tr (with an 'Override' checkbox)
- Ring Time: Default (dropdown)
- Call Forward Ring Time: Default (dropdown)
- Outbound Concurrency Limit: 3 (dropdown)
- Call Waiting: Enable (dropdown)
- Call Screening: Disable (dropdown)

On the right side of the form, there's a 'Add Extension' button and a list of existing extensions: 100 <100>, 101 <101>, 111 <111>, 222 <222>, 333 <333>, and 444 <444>.

Gambar 4.6 Extension pada FreePBX

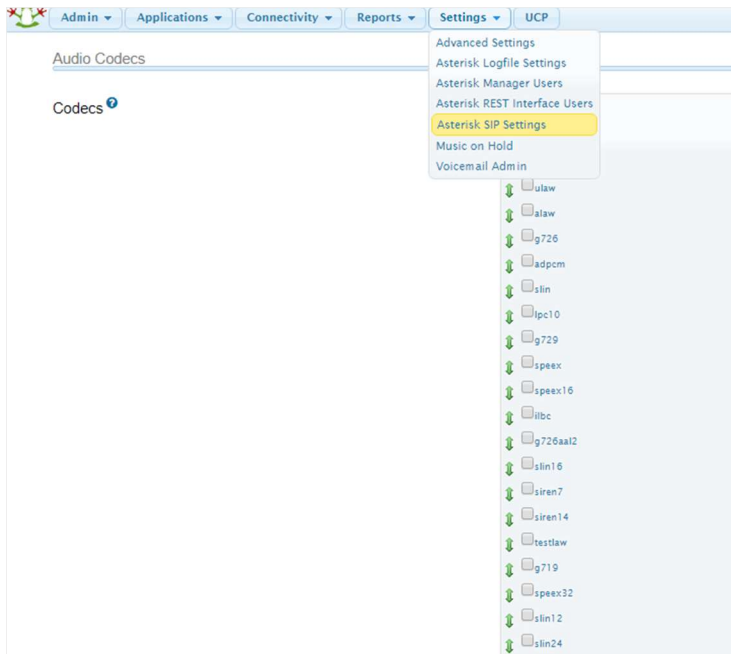
Pada FreePBX juga perlu dilakukan pengaturan Codec untuk audio dan video.

Untuk melakukan pengaturan Codec audio :

- Buka *settings* > SIP Settings

Pilih Codec audio GSM dan G722. Codec ini dipilih oleh penulis dikarenakan Codec GSM dapat dipakai untuk jaringan dengan kualitas rendah sedangkan G722 memberikan kualitas yang lebih baik dengan *bandwith* yang lebih.

Gambar di bawah ini menunjukkan pilihan Codec Audio yang didukung oleh Asterisk.



Gambar 4.7 Pilihan Codec Audio Asterisk

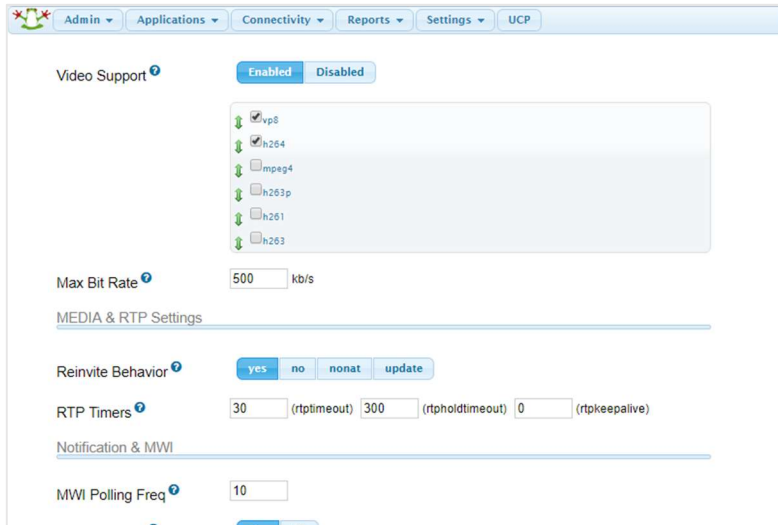
Untuk melakukan pengaturan Codec video dapat dilakukan sebagai berikut :

- Buka *settings* > SIP settings > Chan SIP settings

Pilih Codec h264. Codec ini dipilih oleh penulis dikarenakan merupakan Codec video terbaru dengan pemakaian

bandwith yang rendah dan kualitas kompresi dan dekompresi video yang bagus.

Di bawah terlihat tampilan Codec video yang didukung oleh Asterisk.



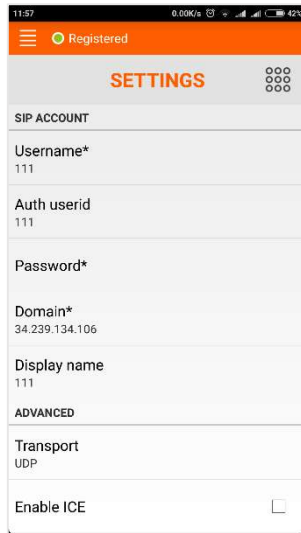
Gambar 4.8 Pilihan Codec Video Asterisk

4.5.4 Konfigurasi Aplikasi

Pembuatan akun pada *softphone* ini berguna agar *softphone* dapat tersambung ke *server* dengan informasi tertentu dan *server* dapat menghubungi *softphone* bila ada panggilan yang dilakukan. Untuk membuat akun :

- Buka halaman *account* pada aplikasi
- Ketikkan data berikut :
- *Username* : 111
- *Auth User id* : 111
- *Password* : 111
- *Domain* : isi IP *server*

Untuk gambar selanjutnya akan menunjukkan tampilan pengaturan akun pada aplikasi Linphone :



Gambar 4.9 Akun pada *Sofiphone*

Untuk *softphone* kedua dan seterusnya, masukkan data yang diperlukan, dalam kasus ini adalah memasukkan data *extension* 222 yang telah kita daftarkan pada FreePBX tadi.

- *Username* : 222
- *Auth User id* : 222
- *Password* : 222
- *Domain* : isi IP *server*

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

BAB V PENGUJIAN DAN EVALUASI

Bab ini membahas tentang pengujian dan evaluasi pada perangkat lunak yang dibangun untuk tugas akhir ini. Pengujian dilakukan pada kasus penggunaan dari sistem perangkat lunak.

5.1 Lingkungan Pengujian

Proses pengujian perangkat lunak, dibutuhkan suatu lingkungan pengujian yang sesuai dengan standar kebutuhan. Lingkungan pengujian akan diterangkan pada setiap kasus penggunaan.

Telepon genggam 1 :

Tabel 5.1. Telepon Genggam 1

Spesifikasi	Deskripsi
Jenis Perangkat	<i>Smartphone</i> Android
Prosesor	Heliox20, 2x2 GHz + 8x 1,4GHz
Sistem Operasi	Android 6.0
Memori Internal	64 GB
RAM	3 GB

Telepon genggam 2 :

Tabel 5.2. Telepon genggam 2

Spesifikasi	Deskripsi
Jenis Perangkat	<i>Smartphone</i> Android
Merek	Mediatek MT6753, 8x1,3 GHz
Sistem Operasi	Android 5.1
Memori Internal	16 GB
RAM	3 GB

5.2 Skenario Uji Coba

Uji coba ini dilakukan untuk menguji apakah fungsionalitas yang diidentifikasi pada tahap kebutuhan benar benar telah diimplementasikan dan bekerja seperti seharusnya. Uji coba akan didasarkan pada beberapa skenario untuk menguji kesesuaian sistem . Tahap uji coba akan berjalan dengan poin poin berikut :

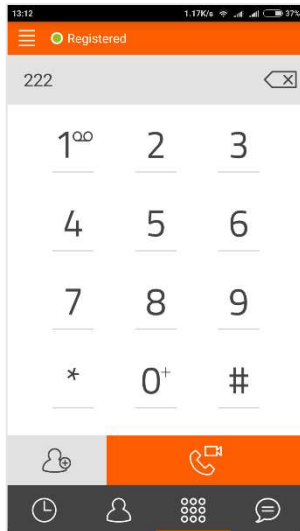
5.2.1 Pemanggilan Audio melalui *Softphone*

Untuk melakukan pemanggilan masukkan nomor *extension* yang ingin kita panggil. Dalam kasus ini akan dilakukan pemanggilan *extension* 222 dari *softphone* yang memiliki akun 111.

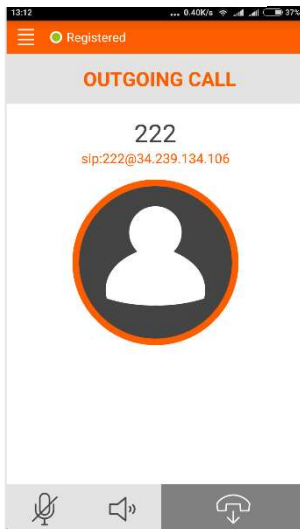
Setelah memasukkan nomor panggilan pada *softphone* dan menekan tombol panggil, maka akan di tampilkan tampilan panggilan keluar pada aplikasi yang melakukan panggilan keluar dan tampilan panggilan masuk kepada aplikasi yang menerima panggilan telepon.

Untuk gambar selanjutnya secara berturut-turut akan menampilkan gambar tentang :

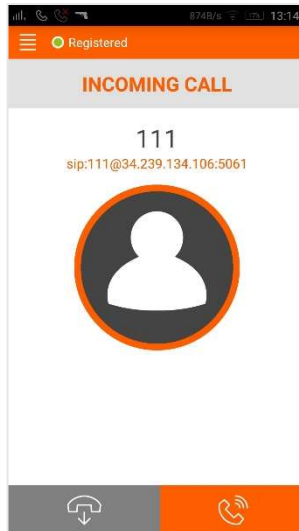
- Gambar halaman utama aplikasi, pada gambar telah dimasukkan nomor *extension* yang akan di panggil
- Gambar tampilan panggilan keluar. Terdapat nomor yang dipanggil diikuti oleh alamat IP *server*
- Gambar tampilan panggilan masuk. Terdapat nomor yang memanggil diikuti oleh alamat IP *server*
- Gambar pemanggilan audio berhasil dilakukan. Tampak hitungan waktu lama bicara ditampilkan di bawah nomor pemanggil.



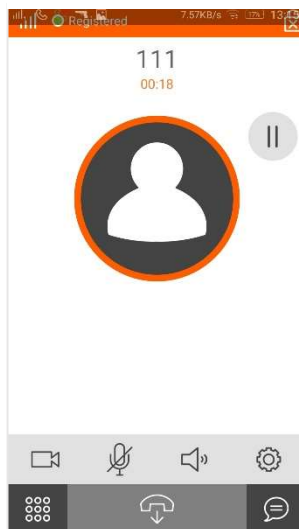
Gambar 5.1 Memasukkan Nomor *Extension*



Gambar 5.2 Panggilan Keluar



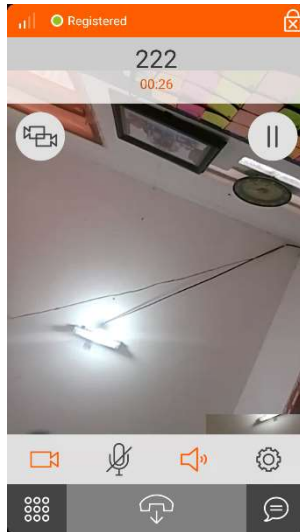
Gambar 5.4 Panggilan Masuk



Gambar 5.3 Panggilan Audio Berjalan

5.2.2 Pemanggilan Video melalui *softphone*

Untuk melakukan panggilan video melalui *softphone*, harus terlebih dahulu dilakukan pemanggilan audio. Setelah pemanggilan audio, maka klik gambar kamera untuk memulai panggilan video.



Gambar 5.5 Panggilan Video Berjalan

5.3 Hasil Uji Coba dan Evaluasi

Akan dipaparkan hasil uji coba sebagai berikut :

5.3.1 Hasil Uji Coba *Usecase*

Berdasarkan pengujian di atas maka evaluasi untuk kebutuhan fungsionalitas dapat disimpulkan sebagai berikut :

Pada Tabel di bawah dijelaskan tentang hasil akhir apakah *usecase* berhasil dijalankan.

Tabel 5.3. Evaluasi *Usecase*

UC-0001	Mengirim Permintaan Penyambungan Komunikasi	<i>User</i> dapat mengirimkan permintaan penyambungan komunikasi kepada sistem telepon/ <i>server</i>	Berjalan
UC-0002	Menerima Permintaan Penyambungan Komunikasi	<i>User</i> dapat menerima permintaan penyambungan komunikasi dari sistem telepon/ <i>server</i>	Berjalan
UC-0003	Menerima Perintah Penyediaan Layanan	Sistem telepon/ <i>server</i> akan menerima permintaan dari <i>user</i> untuk menyediakan layanan sambungan komunikasi	Berjalan
UC-0004	Membuat Layanan Komunikasi Berbasis SIP	Sistem telepon/ <i>server</i> dapat membuat layanan komunikasi antara dua <i>softphone</i> dengan protokol SIP	Berjalan

5.3.2 Uji coba performa

Untuk uji performa terdapat tabel hasil performa untuk setiap Codec yang dipakai. Terdapat 2 Codec Audio dan 1 Codec Video. Pada tabel di bawah adalah hasil uji performa Codec Audio GSM.

Tabel 5.4. Uji GSM

Codec		: GSM	
Lama Panggilan		: 3 Menit	
Telepon 1		Telepon 2	
Kecepatan akses internet	≤ 400 Kb/s	Kecepatan akses internet	≤ 400 Kb/s
<i>Delay</i>	40 - 60 ms	<i>Delay</i>	40 - 60 ms
<i>Bitrate</i>	14 - 25 Kb/s	<i>Bitrate</i>	14 - 24 Kb/s

Tabel memperlihatkan bahwa Codec GSM yang dipakai mempunyai *delay* yang kecil dan memakai *bandwidth* yang kecil pula. Selanjutnya di bawah adalah tabel hasil performa untuk Codec G722

Tabel 5.5. Uji G.722

Codec		: G722	
Lama Panggilan		: 3 Menit	
Telepon 1		Telepon 2	
Kecepatan akses internet	≤ 400 Kb/s	Kecepatan akses internet	≤ 400 Kb/s
<i>Delay</i>	45 - 130 ms	<i>Delay</i>	50 - 140 ms
<i>Bitrate</i>	50 - 130 Kb/s	<i>Bitrate</i>	52 - 128 Kb/s

Dibandingkan dengan Codec audio GSM, Codec audio G722 mempunyai *delay* yang lebih besar. Pemakaian *bandwidth* juga lebih besar pada G722 dibandingkan dengan GSM.

Untuk hasil uji performa Codec video H.264 dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 5.6. Uji H.264

Codec pixel)		: H.264 (QVGA 320 x 240	
Lama Panggilan		: 3 Menit	
Telepon 1		Telepon 2	
Kecepatan akses internet	≤ 400 Kb/s	Kecepatan akses internet	≤ 400 Kb/s
<i>Delay</i>	50 – 200 ms	<i>Delay</i>	50 – 200 ms
<i>Bitrate</i>	300 - 400 Kb/s	<i>Bitrate</i>	300 – 400 Kb/s

Hasil tabel menunjukkan Codec video membutuhkan waktu yang jauh lebih lama (3-4 kali) untuk memproses data dibandingkan dengan Codec audio. Pemakaian *bandwith* juga lebih besar dibandingkan dengan Codec audio.

5.3.3 Uji Opini

Untuk uji opini, akan digunakan 10 orang responden dan akan menggunakan MOS (*mean opinion score*). Dalam survei dipakai ukuran nilai yang akan mengukur besar kecilnya kepuasan responden saat melakukan panggilan VOIP. Ukuran nilai yang dipakai adalah :

- 1 = Sangat Kurang
- 2 = Kurang
- 3 = Cukup
- 4 = Baik
- 5 = Sangat Baik

Terdapat 3 poin nilai untuk setiap Codec yang dipakai:

1. *Latency / delay* : semakin tinggi nilai, maka *delay* suara/video yang dirasakan responden semakin sedikit.(5

- saat responden tidak merasakan *delay* suara/video sama sekali)
2. *Packet Loss*/data hilang : semakin tinggi nilai,maka data hilang (seperti suara hilang atau *pixel* gambar hilang) semakin sedikit (5 saat responden tidak merasakan adanya data hilang sama sekali)
 3. Kualitas suara/gambar : semakin tinggi nilai, maka kejernihan suara/ gambar semakin jernih.(5 saat responden merasakan kualitas suara/gambar sangat baik)

Mean akan dipakai sebagai hasil akhir kepuasan pengguna pada tiap poin penilaian. *Mean* adalah rata rata nilai. Nilai *mean* diambil dari jumlah nilai per topik dibagi dengan jumlah responden.Untuk tabel uji opini dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 5.7 Uji Opini

	Banyak Responden	Jumlah Nilai	<i>Mean</i>
Latensi Audio (GSM)	10	41	4,1
Data Hilang Audio (GSM)	10	39	3,9
Kualitas Audio (GSM)	10	34	3,4
Latensi Audio (G722)	10	37	3,7
Data Hilang Audio (G722)	10	36	3,6
Kualitas Audio (G722)	10	47	4,7
Latensi Video	10	37	3,7
Data Hilang Video	10	35	3,5
Kualitas Video	10	44	4,4

Tabel uji opini menggunakan *mean*/MOS (*mean opinion score*) adalah karena penulis ingin menampilkan rata rata kepuasan pengguna yang memakai sistem VOIP ini.

Dari hasil uji opini dapat dilihat bahwa Codec GSM memiliki latensi (4,1) dan data hilang (3,9) yang baik (nilai mendekati atau sama dengan 4), akan tetapi memiliki kualitas suara (3,4) yang cukup (nilai mendekati atau sama dengan 3).

Untuk Codec G722, latensi (3,7) dan data hilang (3,6) lebih kecil dari nilai GSM, akan tetapi masih dalam jangkauan baik (nilai mendekati atau sama dengan 4). Untuk kualitas suara G722 (4,7) adalah sangat baik (nilai mendekati atau sama dengan 5).

Bagian terakhir adalah Codec video H.264. latensi (3,7) dan data hilang video (3,5) masuk dalam jangkauan baik (nilai mendekati atau sama dengan 4), sedangkan kualitas video adalah baik (nilai mendekati atau sama dengan 4) .

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas mengenai kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pengujian yang telah dilakukan sebagai jawaban dari rumusan masalah yang dikemukakan. Selain kesimpulan, juga terdapat saran yang ditujukan untuk pengembangan perangkat lunak di masa mendatang.

6.1 Kesimpulan

1. Implementasi *server* VOIP berbasis SIP dan *video codec* pada Android menggunakan layanan awan berhasil di implementasikan.
2. Uji coba yang dilakukan pada sistem telepon dan aplikasi dapat memberikan hasil berupa panggilan telepon suara dan panggilan telepon video.
3. Pemakaian Codec GSM lebih baik untuk *bandwith* kecil akan tetapi kualitas suara cukup (lihat ukuran nilai pada bagian 5.3.3), sedangkan Codec G722 membutuhkan *bandwith* lebih besar akan tetapi menghasilkan kualitas suara sangat baik. Untuk Codec video H.264 membutuhkan *bandwith* jauh lebih besar (3-4 kali) dari Codec suara, memberikan latensi, dan kualitas suara yang baik.

6.2 Saran

1. Penambahan fungsional untuk menambah fungsi *chatting* pada *server*.

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Sharma, "INTRODUCTION," *Experimental Analysis of Various Protocols on VoIP*, p. 1, 2016.
- [2] Oxford Univesity, "en.oxforddictionaries.com," Oxford, [Online]. Available: <https://en.oxforddictionaries.com/definition/codec>. [Diakses July 08].
- [3] R. Gupta, M. Kumar dan R. Bathla, "Data Compression-Lossless and Lossy Techniques," *International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management (IJAIEM)*, vol. 5, no. 7, p. 12, 2016.
- [4] ITU, "www.itu.int," [Online]. Available: <https://www.itu.int/en/about/Pages/default.aspx>. [Diakses July 2018].
- [5] C.-H. Liu¹ dan C.-L. Lo, "SIP," *The study of the SIP for the VoIP*, p. 1, 2009.
- [6] A. F. Rachman, "Android Kuasai Asia Tenggara, di Indonesia Paling Juara," *inet.detik.com*, 27 10 2015. [Online]. Available: <http://inet.detik.com/read/2015/10/27/103538/3054169/317/android-kuasai-asia-tenggara-di-indonesia-paling-juara>. [Diakses 2017].
- [7] Faisal, "Komputasi Awan (Cloud Computing)," [Online]. Available: <http://solmet.kemdikbud.go.id/komputasi-awan-cloud-computing/>. [Diakses 12 2017].
- [8] "Asterisk," Asterisk, [Online]. Available: <http://www.asterisk.org>. [Diakses 12 2017].
- [9] "FreePBX," FreePBX, 2014. [Online]. Available: <https://www.freepbx.org>. [Diakses 12 2017].

- [10 S. Tatham, “Download PuTTY,” Putty, [Online]. Available:
] <http://www.putty.org/>. [Diakses 12 2017].
- [11 Ubuntu Documentation Project; Ubuntu Server Team;
] Community Help Wik, Ubuntu Server Guide, Ubuntu
documentation team, 2014.

LAMPIRAN

Pada lampiran ini, akan dilampirkan :

1. Hasil pemindaian lembar pendapat oleh 10 orang dalam pemakaian VOIP yang dibuat dalam tugas akhir ini.

[Halaman ini sengaja dikosongkan]

**Lembar Pendapat Pemakaian VOIP untuk Tugas Akhir
Implementasi VOIP Berbasis SIP dan Video Codec pada
Android Menggunakan Layanan Awan**

Nama : *Rona*
 Jenis Kelamin : *P*
 Usia : *23*
 Pekerjaan : *-*

Keterangan

Nilai :

1 = Sangat Kurang, 2 = Kurang, 3 = Cukup, 4 = Baik, 5 = Sangat Baik

Latensi : Semakin sedikit latensi maka nilai semakin besar (5 merupakan latensi tidak dirasakan).

Data Hilang : Semakin sedikit data hilang (suara atau pixel hilang) maka nilai semakin besar (5 merupakan data hilang tidak dirasakan).

Kualitas : Semakin baik kualitas maka semakin besar nilainya (5 sangat baik).

	Nilai
LatensiAudio (GSM)	4
Data Hilang Audio (GSM)	4
Kualitas Audio (GSM)	4
Latensi Audio (G722)	4
Data Hilang Audio (G722)	4
Kualitas Audio (G722)	5
Latensi Video	4
Data Hilang Video	4
Kualitas Video	5

**Lembar Pendapat Pemakaian VOIP untuk Tugas Akhir
Implementasi VOIP Berbasis SIP dan Video Codec pada
Android Menggunakan Layanan Awan**

Nama : *Suhunan*
 Jenis Kelamin : *P*
 Usia : *23*
 Pekerjaan : *Mahasiswa*

Keterangan

Nilai :

1 = Sangat Kurang, 2 = Kurang, 3 = Cukup, 4 = Baik, 5 = Sangat Baik

Latensi : Semakin sedikit latensi maka nilai semakin besar (5 merupakan latensi tidak dirasakan).

Data Hilang : Semakin sedikit data hilang (suara atau pixel hilang) maka nilai semakin besar (5 merupakan data hilang tidak dirasakan).

Kualitas : Semakin baik kualitas maka semakin besar nilainya (5 sangat baik).

	Nilai
Latensi Audio (GSM)	4
Data Hilang Audio (GSM)	4
Kualitas Audio (GSM)	3
Latensi Audio (G722)	4
Data Hilang Audio (G722)	4
Kualitas Audio (G722)	5
Latensi Video	4
Data Hilang Video	4
Kualitas Video	5

Lembar Pendapat Pemakaian VOIP untuk Tugas Akhir
Implementasi VOIP Berbasis SIP dan Video Codec pada
Android Menggunakan Layanan Awan

Nama : *imanol*
Jenis Kelamin : *P*
Usia : *22*
Pekerjaan : *Mahasiswa*

Keterangan

Nilai :
1 = Sangat Kurang, 2 = Kurang, 3 = Cukup, 4 = Baik, 5 = Sangat Baik

Latensi : Semakin sedikit latensi maka nilai semakin besar (5 merupakan latensi tidak dirasakan).
Data Hilang : Semakin sedikit data hilang (suara atau pixel hilang) maka nilai semakin besar (5 merupakan data hilang tidak dirasakan).
Kualitas : Semakin baik kualitas maka semakin besar nilainya (5 sangat baik).

	Nilai
Latensi Audio (GSM)	<i>4</i>
Data Hilang Audio (GSM)	3 <i>3</i>
Kualitas Audio (GSM)	<i>3</i>
Latensi Audio (G722)	<i>3</i>
Data Hilang Audio (G722)	<i>3</i>
Kualitas Audio (G722)	<i>4</i>
Latensi Video	<i>3</i>
Data Hilang Video	<i>3</i>
Kualitas Video	<i>4</i>

**Lembar Pendapat Pemakaian VOIP untuk Tugas Akhir
Implementasi VOIP Berbasis SIP dan Video Codec pada
Android Menggunakan Layanan Awan**

Nama : Habib
 Jenis Kelamin : P
 Usia : 23
 Pekerjaan : Mahasiswa

Keterangan

Nilai :

1 = Sangat Kurang, 2 = Kurang, 3 = Cukup, 4 = Baik, 5 = Sangat Baik

Latensi : Semakin sedikit latensi maka nilai semakin besar (5 merupakan latensi tidak dirasakan).

Data Hilang : Semakin sedikit data hilang (suara atau pixel hilang) maka nilai semakin besar (5 merupakan data hilang tidak dirasakan).

Kualitas : Semakin baik kualitas maka semakin besar nilainya (5 sangat baik).

	Nilai
Latensi Audio (GSM)	4
Data Hilang Audio (GSM)	3
Kualitas Audio (GSM)	3
Latensi Audio (G722)	3
Data Hilang Audio (G722)	3
Kualitas Audio (G722)	5
Latensi Video	4
Data Hilang Video	3
Kualitas Video	4

**Lembar Pendapat Pemakaian VOIP untuk Tugas Akhir
Implementasi VOIP Berbasis SIP dan Video Codec pada
Android Menggunakan Layanan Awan**

Nama : Epa
 Jenis Kelamin : P
 Usia : 35
 Pekerjaan : Bekerja di Rumah tangga

Keterangan

Nilai :
 1 = Sangat Kurang, 2 = Kurang, 3 = Cukup, 4 = Baik, 5 = Sangat Baik

Latensi : Semakin sedikit latensi maka nilai semakin besar (5 merupakan latensi tidak dirasakan).
 Data Hilang : Semakin sedikit data hilang (suara atau pixel hilang) maka nilai semakin besar (5 merupakan data hilang tidak dirasakan).
 Kualitas : Semakin baik kualitas maka semakin besar nilainya (5 sangat baik).

	Nilai
Latensi Audio (GSM)	4
Data Hilang Audio (GSM)	4
Kualitas Audio (GSM)	4
Latensi Audio (G722)	4
Data Hilang Audio (G722)	4
Kualitas Audio (G722)	4
Latensi Video	4
Data Hilang Video	4
Kualitas Video	4

**Lembar Pendapat Pemakaian VOIP untuk Tugas Akhir
Implementasi VOIP Berbasis SIP dan Video Codec pada
Android Menggunakan Layanan Awan**

Nama : Supri
 Jenis Kelamin : P
 Usia : 24
 Pekerjaan : ENGINEER - METALURGI

Keterangan

Nilai :
 1 = Sangat Kurang, 2 = Kurang, 3 = Cukup, 4 = Baik, 5 = Sangat Baik

Latensi : Semakin sedikit latensi maka nilai semakin besar (5 merupakan latensi tidak dirasakan).
 Data Hilang : Semakin sedikit data hilang (suara atau pixel hilang) maka nilai semakin besar (5 merupakan data hilang tidak dirasakan).
 Kualitas : Semakin baik kualitas maka semakin besar nilainya (5 sangat baik).

	Nilai
LatensiAudio (GSM)	4
Data Hilang Audio (GSM)	4
Kualitas Audio (GSM)	3
Latensi Audio (G722)	3
Data Hilang Audio (G722)	3
Kualitas Audio (G722)	4
Latensi Video	3
Data Hilang Video	3
Kualitas Video	5

**Lembar Pendapat Pemakaian VOIP untuk Tugas Akhir
Implementasi VOIP Berbasis SIP dan Video Codec pada
Android Menggunakan Layanan Awan**

Nama : Dedi
Jenis Kelamin : Laki
Usia : 23
Pekerjaan : Mahasiswa

Keterangan

Nilai :
1 = Sangat Kurang, 2 = Kurang, 3 = Cukup, 4 = Baik, 5 = Sangat Baik

Latensi : Semakin sedikit latensi maka nilai semakin besar (5 merupakan latensi tidak dirasakan).
Data Hilang : Semakin sedikit data hilang (suara atau pixel hilang) maka nilai semakin besar (5 merupakan data hilang tidak dirasakan).
Kualitas : Semakin baik kualitas maka semakin besar nilainya (5 sangat baik).

	Nilai
Latensi Audio (GSM)	5
Data Hilang Audio (GSM)	5
Kualitas Audio (GSM)	3
Latensi Audio (G722)	4
Data Hilang Audio (G722)	4
Kualitas Audio (G722)	5
Latensi Video	4
Data Hilang Video	3
Kualitas Video	4

**Lembar Pendapat Pemakaian VOIP untuk Tugas Akhir
Implementasi VOIP Berbasis SIP dan Video Codec pada
Android Menggunakan Layanan Awan**

Nama : Ramosan
Jenis Kelamin : L
Usia : 23
Pekerjaan : Mahasiswa

Keterangan

Nilai :

1 = Sangat Kurang, 2 = Kurang, 3 = Cukup, 4 = Baik, 5 = Sangat Baik

Latensi : Semakin sedikit latensi maka nilai semakin besar (5 merupakan latensi tidak dirasakan).

Data Hilang : Semakin sedikit data hilang (suara atau pixel hilang) maka nilai semakin besar (5 merupakan data hilang tidak dirasakan).

Kualitas : Semakin baik kualitas maka semakin besar nilainya (5 sangat baik).

	Nilai
Latensi Audio (GSM)	4
Data Hilang Audio (GSM)	4
Kualitas Audio (GSM)	4
Latensi Audio (G722)	4
Data Hilang Audio (G722)	3
Kualitas Audio (G722)	5
Latensi Video	3
Data Hilang Video	3
Kualitas Video	4

**Lembar Pendapat Pemakaian VOIP untuk Tugas Akhir
Implementasi VOIP Berbasis SIP dan Video Codec pada
Android Menggunakan Layanan Awan**

Nama : Aristo
 Jenis Kelamin : L
 Usia : 25
 Pekerjaan : -

Keterangan

Nilai :
 1 = Sangat Kurang, 2 = Kurang, 3 = Cukup, 4 = Baik, 5 = Sangat Baik

Latensi : Semakin sedikit latensi maka nilai semakin besar (5 merupakan latensi tidak dirasakan).
 Data Hilang : Semakin sedikit data hilang (suara atau pixel hilang) maka nilai semakin besar (5 merupakan data hilang tidak dirasakan).
 Kualitas : Semakin baik kualitas maka semakin besar nilainya (5 sangat baik).

	Nilai
LatensiAudio (GSM)	4
Data Hilang Audio (GSM)	4
Kualitas Audio (GSM)	3
Latensi Audio (G722)	4
Data Hilang Audio (G722)	4
Kualitas Audio (G722)	5
Latensi Video	4
Data Hilang Video	4
Kualitas Video	4

**Lembar Pendapat Pemakaian VOIP untuk Tugas Akhir
Implementasi VOIP Berbasis SIP dan Video Codec pada
Android Menggunakan Layanan Awan**

Nama : *Baliva*
 Jenis Kelamin : *Perempuan*
 Usia : *23*
 Pekerjaan : *~*

Keterangan

Nilai :
 1 = Sangat Kurang, 2 = Kurang, 3 = Cukup, 4 = Baik, 5 = Sangat Baik

Latensi : Semakin sedikit latensi maka nilai semakin besar (5 merupakan latensi tidak dirasakan).
 Data Hilang : Semakin sedikit data hilang (suara atau pixel hilang) maka nilai semakin besar (5 merupakan data hilang tidak dirasakan).
 Kualitas : Semakin baik kualitas maka semakin besar nilainya (5 sangat baik).

	Nilai
LatensiAudio (GSM)	4
Data Hilang Audio (GSM)	4
Kualitas Audio (GSM)	4
Latensi Audio (G722)	4
Data Hilang Audio (G722)	4
Kualitas Audio (G722)	5
Latensi Video	4
Data Hilang Video	4
Kualitas Video	5

BIODATA PENULIS



Tomson Panagua Krisasandi Pangaribuan, Lahir di Sibolga 15 Juni 1995. Memiliki hobi bermain bulu tangkis, dan *game* seperti DOTA dan SKYRIM V. Menempuh pendidikan SD 173560 Sidulang di Laguboti, SMP di SMP N 2 Laguboti, SMA di SMA N 2 Balige, dan sedang menjadi seorang mahasiswa di jurusan Teknik Informatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Selama Perkuliahan, penulis aktif dalam organisasi kemahasiswaan, antara lain Himpunan Mahasiswa Teknik Computer (HMTc) sebagai staf Departemen Riset dan Teknologi HMTc ITS 2014 – 2015 dan Panitia Campus G ITS 2015.

Dalam perkuliahan di Teknik Informatika ITS, penulis mengambil bidang minat Arsitektur dan Jaringan Komputer (AJK) dan dapat menjalin komunikasi dengan penulis melalui alamat Email : **tomsonpangaribuan@gmail.com**.